

Pembuatan Monitoring dan Audit Energi Untuk Efisiensi Pemakaian Energi Listrik di UPT. PP Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Urip Mudjiono^{1*}, Arief Subekti², Adianto³

¹Program Studi Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

²Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

³Program Studi Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

urip.mujiono1968@gmail.com

Abstrak — Energi sebagai kebutuhan pokok manusia, dimana pemakaiannya haruslah bijaksana, produktif dan efisien. Sumber energi yang dipakai selama ini seperti minyak bumi, batubara merupakan energi konvensional dan berfungsi sebagai sumber energi dalam melakukan aktivitas kehidupan manusia. Cadangan sumber energi sangatlah terbatas. Karena sifat energi yang tidak dapat diciptakan, maka hal inilah yang mendorong untuk mencari alternatif dan jalan keluar untuk mengamankan penyediaan energi yang diperlukan. Untuk mengamankan sumber energi dapat dilakukan dengan cara mengembangkan sumber energi yang bisa diperbarui. Menghemat energi adalah menghemat biaya, meningkatkan daya saing serta meningkatkan kualitas lingkungan hidup. Upaya yang sudah banyak dilakukan selama ini dalam menghemat energi listrik antara lain dengan menggunakan-Ballast elektronik (Switching system) - Capacitor bank - Building Automatic System (HVAC). Hasil dari pemasangan alat tersebut diatas masih belum maksimal, bahkan pemakai energi harus membayar mahal untuk infestasi peralatan tersebut. Pada Penelitian ini, Peneliti akan melakukan upaya dalam menghemat energi, salah satunya adalah dengan melakukan monitoring dan audit

energi. Audit energi berguna untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Audit energi merupakan aktifitas pemeriksaan berkala untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan dalam suatu kegiatan penggunaan energi. Audit energi, juga dapat berguna dalam menelusuri dimana dan berapa energi yang digunakan, mengidentifikasi kebocoran atau ketidak efisienan energi, menentukan langkah perbaikannya serta mengevaluasi tingkat kelayakannya. Sistem Monitoring dan Audit energi menggunakan arduino dan kontrol esp sebagai komunikasi jarak jauh, dengan menggunakan komunikasi RS 485 dan *foeld Router* yang di *interface* kan ke komputer, di harapkan teknisi UPT.PP akan mengetahui pemakaian energi listrik secara *real time* dan melakukan upaya penghematan.

Kata Kunci: *Audit Energi, Sistem Monitoring.*

I. Pendahuluan

Energi merupakan tulang punggung dalam kegiatan masyarakat, salah satu yang berperan besar yaitu energi listrik. Keberlangsungan hidup manusia hampir semua dipengaruhi oleh



energi listrik, mulai dari kegiatan rumah tangga, kegiatan pendidikan, kegiatan olahraga, kegiatan industri, kegiatan ekonomi, dan lain-lain. Penggunaan energi harus diiringi oleh kebijakan manajemen energi tanpa mengurangi kuantitas energi yang memang benar-benar diperlukan.

Kebijakan manajemen energi berfungsi untuk meningkatkan penggunaan energi secara efisien dan rasional untuk mengurangi pemborosan energi listrik. Hal tersebut sesuai dengan Instruksi Presiden No. 10 tahun 2005, tentang penghematan energi agar lebih efisien. Maka dari itu, perlu dilakukan audit energi yang merupakan suatu teknik untuk menghitung tingkat konsumsi energi listrik suatu gedung, apakah termasuk dalam kategori sangat efisien, efisien, cukup efisien, hingga tingkatan sangat boros.

Proses audit energi masih jarang diterapkan di Indonesia, terutama bagi gedung-gedung komersial seperti gedung perkantoran, sekolah, universitas, rumah sakit maupun gedung-gedung komersial lainnya. Oleh karena itu, dilakukan penelitian audit energi di Politeknik Perkapalan Surabaya (PPNS) dengan tujuan untuk mengetahui profil penggunaan energi, mengetahui besarnya nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) serta untuk mengetahui kualitas jaringan pada gedung tersebut. Penghematan energi pada suatu bangunan gedung harus tetap memperhatikan kenyamanan penghuni.

Pada tugas akhir ini, dilakukan proses audit energi listrik menggunakan *Internet of Things* (IoT), mengingat perkembangan internet sudah tidak dapat dipisahkan lagi dari kehidupan manusia sehingga konsumsi energi listrik mudah diakses oleh pengelola untuk mencapai efisiensi dan tingkat kenyamanan yang sesuai dengan standart indonesia. IoT adalah salah satu contoh bentuk teknologi dari perkembangan jaringan internet dan merupakan bentuk koneksi suatu perangkat seperti sensor, komputer pribadi, android, perangkat yang terhubung mampu menghasilkan suatu informasi yang dapat diakses dan digunakan oleh manusia atau sistem lainnya.

Arduino Uno

Arduino UNO adalah salah satu jenis mikrokontroler yang bertumpu pada ATmega328. Mikrokontroler ini mempunyai 14 pin digital input/output. Terdapat 6 pin sebagai output PWM,

ada pula osilator Kristal 16 MHz, 6 input analog, sebuah koneksi USB sebagai downloader, jack power, sebuah ICSP header, serta tombol reset.

Arduino UNO mampu disuplai dengan koneksi USB atau disuplai secara eksternal. Suplai eksternal bisa menggunakan adaptor AC ke DC atau battery. Mikrokontroler ini mampu beroperasi bila disuplai tegangan 6 volt hingga 20 volt. Namun tegangan yang direkomendasikan berkisar antara 7 volt hingga 12 Volt.

Chip ATmega328 yang berada pada Arduino Uno mempunyai kapasitas memori sebesar 32 KB, dengan 0.5 KB dari memori tersebut difungsikan sebagai bootloader. Dan jumlah SRAM sebesar 2 KB, serta EEPROM sebesar 1 KB, yang dapat dibaca-tulis dengan [EEPROM library](#) saat melakukan pemrograman.



Gambar 3 Arduino Uno R3

Arduino Uno telah menyediakan IDE sendiri sebagai software editor pemrogramannya yang bisa didownload secara gratis. Pada ATmega328 yang berada dalam Arduino Uno telah terisi program bootloader. Program bootloader ini bekerja untuk membantu kita dalam melakukan pemrograman tanpa harus menggunakan tambahan hardware lain. Untuk melakukan pemrograman kita harus menghubungkan kabel USB downloader ke PC, kemudian jalankan software IDE Arduino. Software IDE ini kompatibel dengan berbagai OS seperti Windows/Linx/Mac. Terdapat banyak sekali library dan driver yang telah tersedia dalam Arduino Uno ini. Bahasa pemrograman yang digunakan umumnya adalah hasa pemrograman C.

Router Wifi Portable

Router adalah komponen jaringan yang bekerja pada layer 3 Open System Interconnection (OSI) dan bertugas untuk mengatur lalu lintas jaringan. Router ini juga berguna untuk memberikan alamat atau IP address yang dalam hal ini disebut juga dengan IP Routing terhadap komponen yang terpasang pada router tersebut, baik secara static maupun DHCP. Router ini mampu mengatur jaringan dengan kabel maupun nirkabel.

Dalam penelitian ini router yang digunakan adalah router yang bertipe wifi portable TL – MR3020. Router wifi portable ini sudah memiliki



kemampuan 3G dan 4G. Kecepatan yang diberikan berkisar up to 150Mbps. Walaupun berbentuk mini router wifi portable ini dapat terhubung ke semua perangkat. Router ini mampu bekerja dengan suplai daya dari adaptor maupun dengan USB dari laptop.



Gambar 4 Router Wifi Portable TL-MR3020

RS-485

RS-485 digunakan untuk menghubungkan PC dengan lebih dari 1 microcontroller. Rangkaian dan pemrograman RS-485 relatif sederhana sehingga banyak digunakan untuk pengontrolan dan monitoring untuk di rumah atau industri. Kelebihan RS-485 diantaranya adalah : bisa menghubungkan 1 master dengan 32 slave, Kecepatan data bisa sampai 1 mbps, Maksimal panjang kabel data 1200 meter, supply: +3.3 V dan menggunakan xtal 25Mhz.



Modul RS-485

Current Transformer

Current transformer berfungsi sebagai sensor masukan untuk menghitung arus yang teraliri lewat kabel penghantar dan selanjutnya dikirimkan ke PM800. Bentuk *current transformer* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Current Transformer

ENC28J60

ENC28J60 adalah sebuah modul elektronik yang bekerja sebagai *ethernet controller*. Modul ini terdiri dari chip ENC28J60 itu sendiri, konektor RJ45 female dan beberapa rangkaian komponen resistor, kapasitor dan induktor. Sebagai sebuah modul, ENC28J60 gateway arduino ke jaringan TCP/IP yakni berupa LAN (Local Area Network), WAN (Wide Area Network) maupun MAN (Metropolitan Area Network). Sebagai sebuah gateway ENC28J60 dapat disetting IP-nya, subnet mask-nya, IP gateway-nya dan DNS-nya. Bentuk komponen ENC28J60 dapat dilihat pada Gambar 2.5.

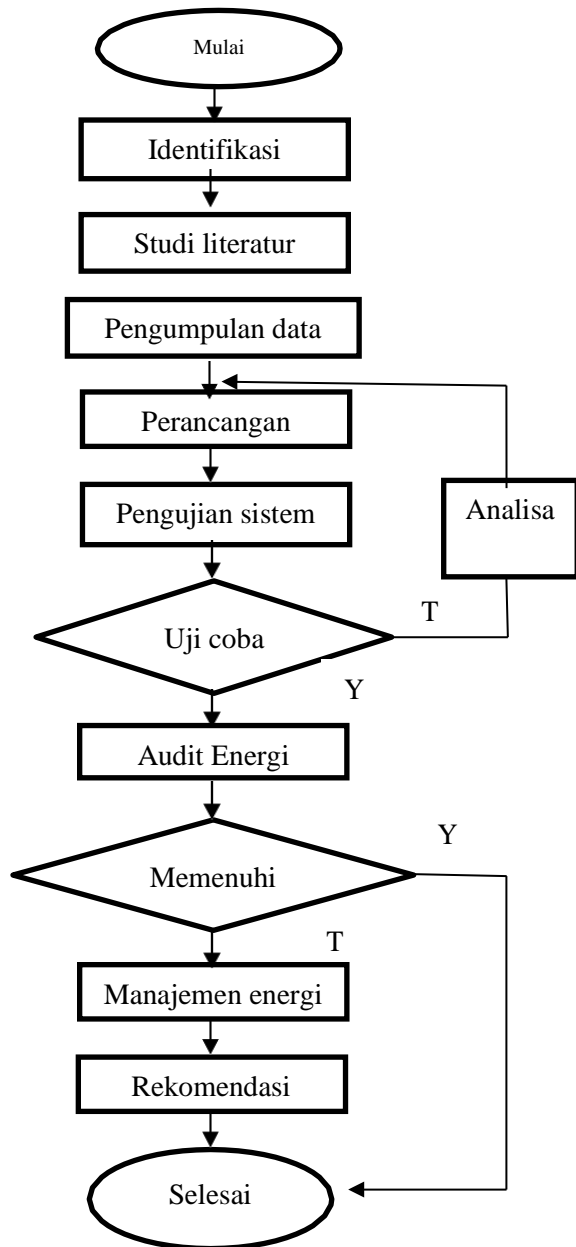


ENC28J60

II. Metodologi Penelitian

Dalam memudahkan pembacaan rangkaian dan alur jalannya program, maka dibuatkanlah rancangan flowchart. Dimulai dari start hingga adanya inputan data dari sensor sampai keluarnya output data yang tampil pada PC atau smartphone.

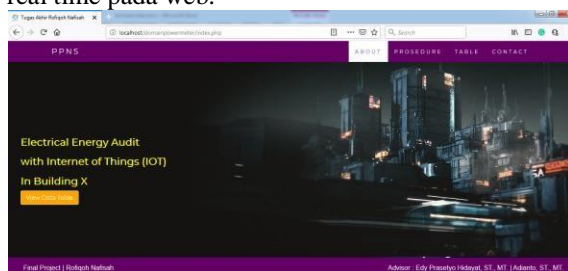




Gambar 7 Flowchart

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian yang dilakukan pada panel LVMDP Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang dimonit terhadap sensor flame daoring secara real time pada web.



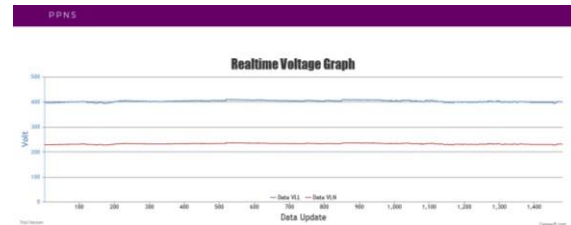
Tampilan di Web

VOLTAGE TABLE

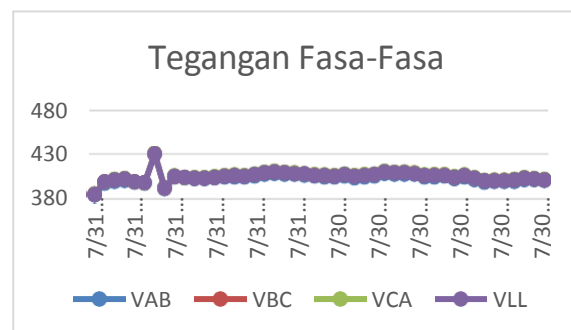
Data berikut merupakan 30 data ter Update

NO	TANGGAL / WAKTU	VAN	VBN	VCN	VAB	VBC	VCA	VLL	VLN
1	2019-07-31 10:40:00	229	229	230	396	397	396	397	229
2	2019-07-31 10:39:00	229	229	230	396	397	396	397	229
3	2019-07-31 10:38:00	229	229	230	396	396	396	397	229
4	2019-07-31 10:37:00	229	229	230	396	396	396	397	229
5	2019-07-31 10:36:00	229	229	230	396	396	396	397	229
6	2019-07-31 10:35:00	229	229	230	396	396	396	397	229
7	2019-07-31 10:34:00	229	228	230	395	397	397	396	229
8	2019-07-31 10:33:00	229	229	230	395	397	396	397	229

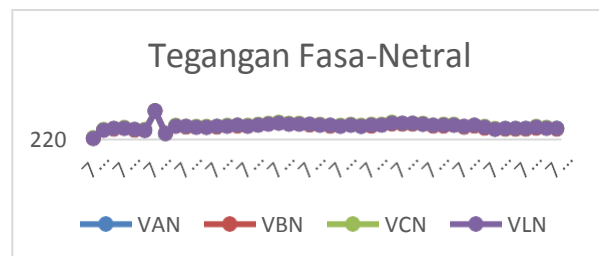
Tampilan Tabel di Web



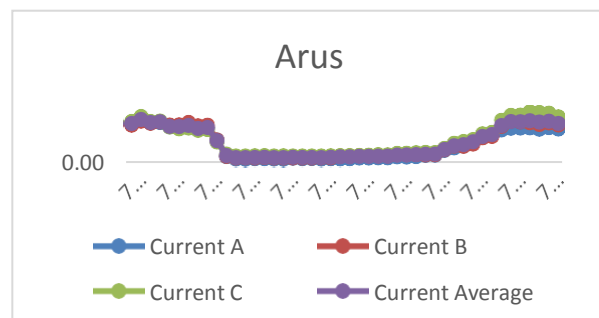
Tampilan Chart di Web



Grafik Data Hasil Pengukuran Tegangan fasa-fasa

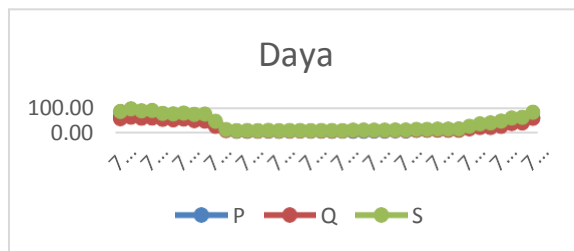


Grafik Data Hasil Pengukuran Tegangan fasa-netral

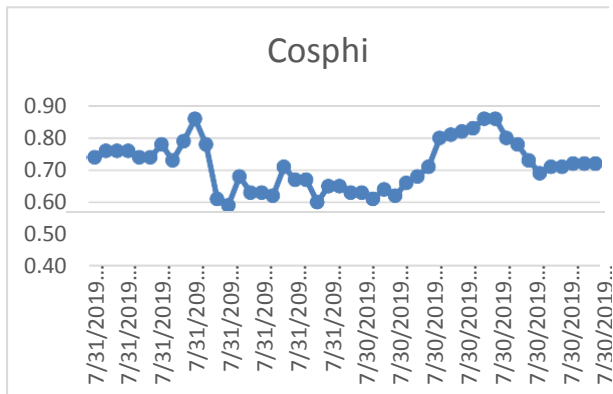


Grafik Data Hasil Pengukuran Arus

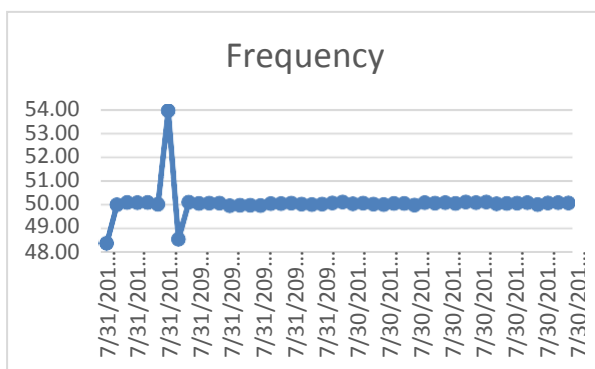




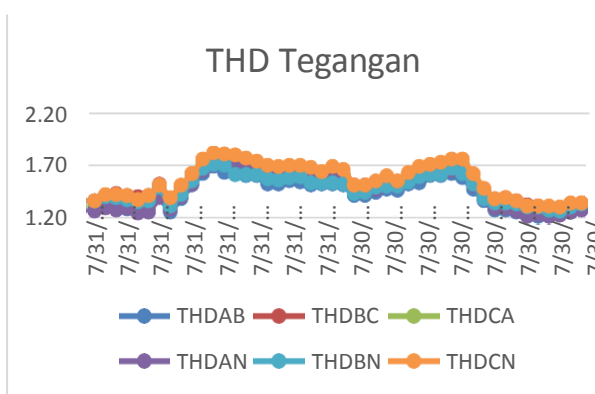
Grafik Data Hasil Pengukuran Daya



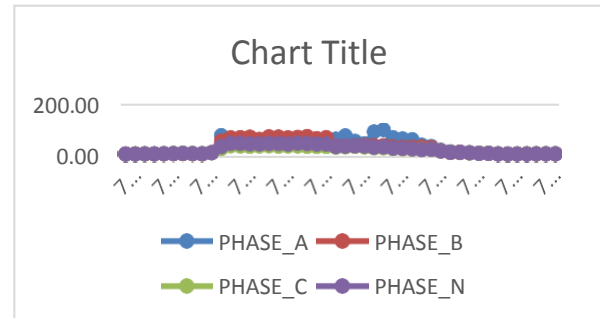
Grafik Data Hasil Pengukuran Cosphi



Grafik Data Hasil Pengukuran Frekuensi



Grafik Data Hasil Pengukuran THD Tegangan



. Grafik Data Hasil Pengukuran THD Arus

Berikut adalah Hasil Kompilasi Data Pengukuran pada Panel LVMDP dibandingkan dengan standart yang diijinkan.

No	Parameter	Satuan	Data	Standar yg diijinkan
1	VAB (R-S)	Volt	401.93	400 +10% - 5%
2	VBC (S-T)	Volt	403.72	400 +10% - 5%
3	VCA (T-R)	Volt	404.23	400 +10% - 5%
4	VAN (R-Netral)	Volt	232.62	230 +10% - 5%
5	VBN(fasa S-Netral)	Volt	232.42	230 +10% - 5%
6	VCN(T-Netral)	Volt	233.49	230 +10% - 5%
7	VLL(Rata-rata tegangan fasa-fasa)	Volt	403.29	4000 +10% -5%
8	VLN(Rata-rata tegangan fasa-netral)	Volt	232.84	230 +10% - 5%
9	Current A(Arus fasa R)	Ampe re	76.17	
10	Current B(Arus fasa S)	Ampe re	85.09	
11	Current C(Arus fasa T)	Ampe re	97.12	
12	Current N(Arus fasa N)	Ampe re	86.13	
13	P(Daya Aktif)	kW	30.28	
14	Q(Daya Reaktif)	kW	27.09	



15	S(Daya Apparent)	kW	40.83	
16	Cos phi		0.702	0,8
17	Frekuensi	Hz	50.03	
18	THDAB (THD tegangan fasa R-S)	% THD	1.42	5%
19	THDBC (THD tegangan fasa S-T)	% THD	1.52	5%
20	THDCA (THD tegangan fasa T-R)	% THD	1.5	5%
21	THDAN (THD tegangan fasa R-Netral)	% THD	1.45	5%
22	THDBN (THD tegangan fasa S-Netral)	% THD	1.47	5%
23	THDCN (THD tegangan fasa T-Netral)	% THD	1.55	5%
24	THD Fasa A (THD Arus Fasa R)	% THD	34.5	15%
25	THD Fasa B (THD Arus Fasa S)	% THD	30.22	15%
26	THD Fasa C (THD Arus Fasa T)	% THD	20.04	15%
27	THD Fasa N (THD Arus Fasa N)	% THD	23.07	15%

Nilai IKE yang didapat pada beberapa gedung di politeknik perkapalan negeri surabaya dengan beban sektor penerangan dan sekto pendingin.

Gd	Lampu (kWh/m ² /thn)	AC (kWh/m ² /thn)	Total (kWh/m ² /thn)	keterangan
A	14.104	60.011	74.115	Sangat Efisien
B	8.742	92.933	101.675	Efisien
C	6.737	35.144	41.881	Sangat Efisien
D	111.056	112.889	223.946	Boros
E	5.837	140.303	146.140	Cukup Efisien
J	6.540	27.084	33.624	Sangat Efisien
Rata-Rata Nilai IKE			103.564	Efisien

IV. Kesimpulan

Pada pembahasan, maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Perancangan sebuah sistem monitoring penggunaan energi listrik dapat membaca dari panel LVMDP sehingga dapat ditampilkan secara *real time* dan diakses dengan mudah diakses oleh pengguna
2. Penggunaan energi listrik di PPNS dengan nilai 103.564 IKE kWh/m²/thn dan termasuk penggunaan energi yang efisien.
3. Kualitas jaringan di gedung PPNS yaitu buruk karena nilai THD melebihi batas yaitu 15%.
4. Peluang hemat energi yang dapat dilakukan yaitu
 - PHE *no cost* dengan pengurangan jam operasional peralatan.
 - PHE *low cost* dengan penggantian *ballast* untuk penerangan dan penggantian MC-22
 - PHE *high cost* dengan mengganti lampu LED dan AC inverter.

Daftar Pustaka

- [1] Cahyanto, Wida Putra.(2018).**Rancang Bangun Monitoring Pengujian Generator Set Berbasis Internet of Things (IoT)**.Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,Surabaya.
- [2] Khasmadin, Faiq Muhammad.(2018). **Perencanaan Sistem Penurun Gangguan Harmonik Menggunakan Filter Hibrid Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Daya Listrik**.Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,Surabaya.
- [3] Nugroho, P. K., & Winardi, B. (2012). **Perancangan Perangkat Lunak Menggunakan Macromicrosoft Excel Untuk Proses Perhitungan Dan Penyajian Data Audit Energi**. *TRANSIENT*, 1(4), 164-171.



- [4] Pratama, Firdaus.(2018).**Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Listrik PT. Intan Pariwara Klaten**.Universitas Islam Indonesia,Yogyakarta.
- [5] Priyatama, W. A. (2018). **Analisis Audit Energi Pada Rumah Sakit Umum Panti Rapih Yogyakarta**.Universitas Islam Indonesia Yogyakarta,Yogyakarta.
- [6] Rengganis, Sentra Palupi.(2009).**Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Listrik PT. Intan Pariwara Klaten**.Universitas Indonesia,Jakarta.
- [7] Surinanto, Agus.(2018).**Manajemen Energi Listrik Pada Bangunan Gedung Berbasis *Internet Of Things***.Universitas Lampung,Lampung.



Halaman ini sengaja dikosongkan

